Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 34: 39-47 1975.

Desarrollo larvario de Elminius kingii Gray
(CRUSTACEA, CIRRIPEDIA)

José N. Arenas *

INTRODUCCION

El género **Elminius** (dos o tres especies) presentaba una distribución disyuntiva limitada al hemisferio sur, en Australasia y Sudamérica, hasta alrededor de 1945, época en que la especie **Elminius modestus** DARWIN, originaria de Australasia, fue introducida posiblemente por barcos en Inglaterra (Southamptom y/o estuario del Támesis); desde allí se ha expandido rápidamente, según CRISP (1958, 1960), CRISP y SOUTHWARD (1959), BARNES y BARNES (1960), entre otros, convirtiéndose en una peste para los bancos de ostras (KNIGHT-JONES 1948) debido en parte a su comportamiento gregario durante la etapa de fijación al substrato (KNIGHT-JONES y STEVENSON 1950). **Elminius kingii** GRAY tiene una distribución geográfica desde las islas Falkland, Tierra del Fuego, y desde el Canal de Chacao hasta el río Mataquito, hacia el norte de Chile (ARENAS 1971).

Ambas especies, **E. modestus** y **E. kingii**, presentan muchas características ecológicas semejantes y se encuentran limitadas a la zona de aguas salobres.

El estudio del desarrollo larvario de los cirripedios ha ayudado a establecer sus relaciones filogenéticas. El descubrimiento de la larva nauplius (THOMPSON 1830) hizo posible dilucidar el parentesco de los cirripedios con los Crustacea. En este orden, mucho más tarde, BASSINDALE (1936), estudiando el desarrollo larvario de varias especies de **Balanus**, estableció una fórmula para expresar la setación de los apéndices naupliares y, basándose en ella, trató de interpretar los grados de parentesco entre las especies consideradas. KNIGHT-JONES y WAUGH (1949) y PYEFINCH (1949) discutieron el valor taxonómico y la aplicabilidad de dicha fórmula, la que, según estos autores, sólo tendría utilidad en la identificación de los distintos estadios nauplius de una especie.

En relación con estos antecedentes, hemos utilizado el método de BASSINDALE para la identificación de los estadios nauplius de **Elminius kingii** GRAY en la descripción del desarrollo larvario de esta especie. Compararemos dicho desarrollo con el de **Elminius modestus** DARWIN (KNIGHT-JONES y WAUGH

* Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia - Chile.

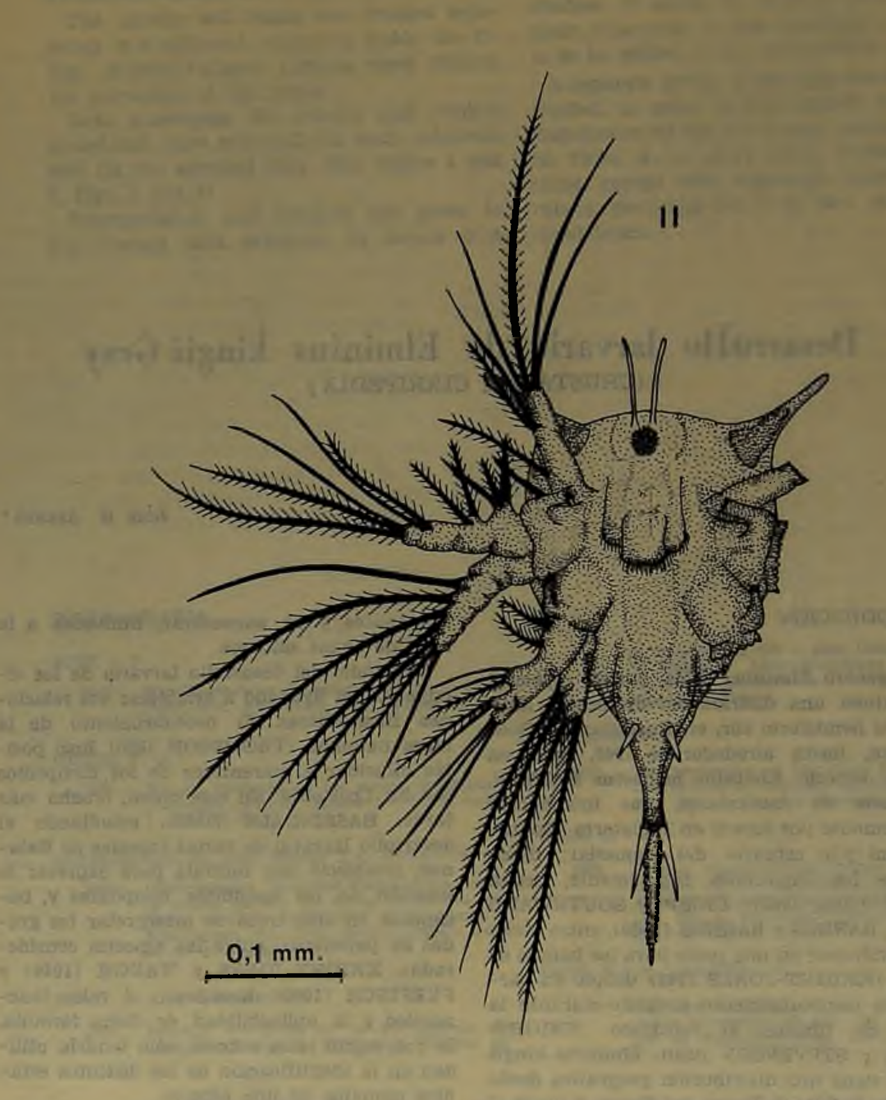


Fig. 1. Elminius kingii. Estadio nauplius II, vista ventral, mostrando completos los apéndices del lado derecho solamente.

1949), discutiendo, sobre la base de esta comparación, las posibles relaciones filogenéticas existentes entre ambas especies.

MATERIAL Y METODOS

Se trabajó con los estadios adulto y larvales del cirripedio **Elminius kingii** GRAY. Esta especie fue determinada basándose en las piezas del aparato bucal, según DARWIN (1854) y NILSSON-CANTELL (1921). El lugar de trabajo fue el estuario del río Valdivia.

En el estuario se tomaron muestras horizontales de plancton superficial, durante los meses de noviembre y diciembre de 1967 y enero de 1968. Estas muestras se obtuvieron con red de plancton cualitativa de malla Nº 20 (tamaño de abertura de malla de 0,076 mm.), arrastrada por un bote a motor durante 15 minutos. Las muestras se tomaron de día durante la pleamar. Todas se fijaron en formalina neutra al 5%, inmediatamente después de obtenidas. En estas muestras se identificaron todos los estadios larvales de **E. kingii.**

En adultos de **E. kingii** mantenidos en acuario a temperatura de 15° C y salinidad de 30 ‰ y abundante aireación, se observó la liberación de las larvas nauplius, las que fueron cultivadas en acuarios separados. En éstos, por dificultades en el cultivo, sólo fue posible obtener los tres primeros estadios del desarrollo larvario.

Se examinaron y midieron un total de 605 larvas de los nauplius obtenidos en las muestras de plancton y del cultivo de los primeros estadios, mediante un microscopio binocular de contraste de fase y campo oscuro y un micrómetro de ocular. Se tomó como medida básica para los estadios nauplius el ancho máximo del caparazón. El largo del caparazón y el largo total no se consideraron por presentar muchas inconveniencias para precisarlos. Las medidas fueron agrupadas en intervalos de 0,01 mm.

El número de estadios del desarrollo larvario se dedujo de la distribución de los tamaños de las larvas medidas. Este resultado fue confirmado por el estudio de la setación de los apéndices naupliares, según el método de BASSINDALE (1936), para lo cual varias larvas de cada tamaño fueron desmembradas bajo la lupa binocular, con finas agujas de acero. Luego se efectuó el recuento de las setas al microscopio de campo oscuro. En la descripción de los estadios larvales se utilizó la terminología adoptada por PYEFINCH (1948) en la identificación de los nauplius de varias especies de cirripedios.

DESARROLLO LARVARIO DE ELMINIUS KINGII GRAY

Una vez que se completa el desarrollo embrionario, las larvas rompen su envoltura externa por una incisión sagital hasta la mitad de ella, quedando libres dentro de la concha materna. Desde ésta son expulsadas por una serie de movimientos, del adulto, que provocan la salida y entrada de agua a la concha y va arrastrando a las larvas. Cuando están fuera de la concha, las larvas comienzan a nadar activamente. A partir de este momento y hasta la primera muda, la larva se considera estadio nauplius I.

Estadio nauplius I.

Corresponde a las larvas recién liberadas, las que presentan una ligera coloración rosada, tienen el extremo anterior redondeado con los cuernos fronto-laterales dirigidos hacia atrás y apegados al caparazón (Fig. 2). Los filamentos frontales no están aún bien desarrollados.

El extremo posterior es aguzado; la espina caudal y el proceso abdominal son cortos. El caparazón cubre las tres cuartas partes del cuerpo y presenta un borde posterior liso y débilmente marcado, visible sólo al microscopio de contraste de fases. El ancho máximo del caparazón varía desde 0,12 a 0,14 mm. Las setas de los tres pares de apéndices son desnudas (Fig. 3). La fórmula de setación se da en el cuadro 1. Esta reúne las fórmulas de los seis estadios nauplius.

CUADRO 1

Fórmula de setación para los apéndices de los estadios nauplius de **Elminius kingii** GRAY

Estadio	Antenula	Antena	Mandíbula
I	0.4.2.1.1;	0.1.4-0.3.2.2.2.G;	0.1.3-0.3.2.2.2.G
II	0.4.2.1.1;	0.1.6-0.3.2.2.3.G;	0.1.3-0.3.2.3.2.G
III	1.4.2.1.1;	0.1.6-0.3.2.2.4.G;	0.1.4-0.3.3.3.3.G
IV	1.1.4.2.1.1;	0.2.7-0.5.3.2.4.G;	0.1.4-0.4.3.3.3.G
V	2.1.4.2.1.1.1;	0.3.8-0.5.3.2.4.G;	0.1.5-0.4.4.4.3.G
VI	2.1.4.2.1.2.1;	0.4.8-0.5.3.2.4.G;	0.1.5-0.4.4.4.3.G

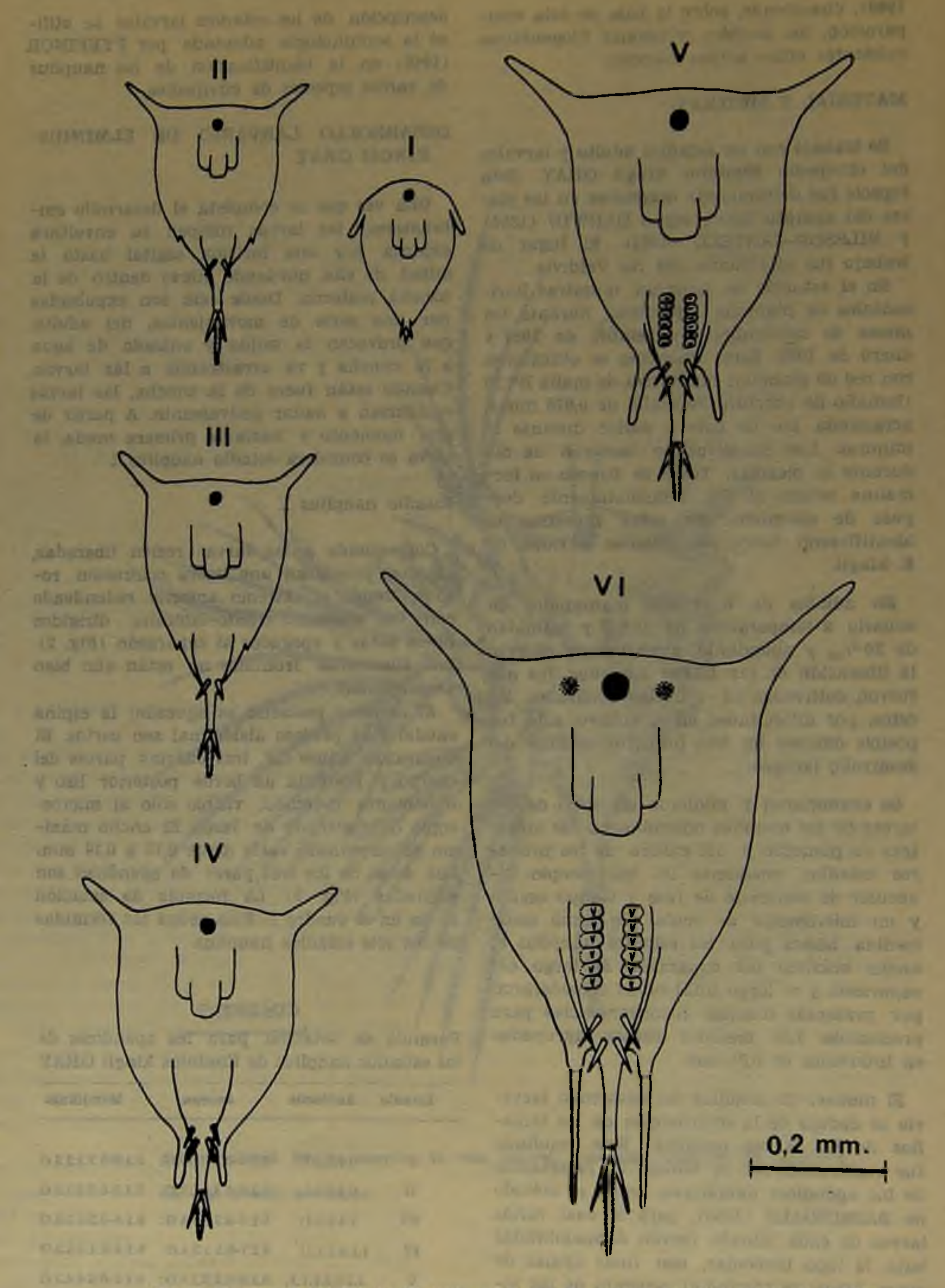


Fig. 2. ***Elminius kingii.*** Dibujo del contorno de los seis estadios nauplius, mostrando el labrum.

La duración de este estadio es relativamente breve, presentándose la primera muda, que da origen al estadio siguiente, invariablemente después de 24 horas de vida libre, como larva nadadora.

Estadio nauplius II.

Este estadio es muy translúcido y de cuerpo alargado. Los detalles de su morfología están ilustrados en la Fig. 1. Los cuernos fronto-laterales están dirigidos hacia adelante y oblicuamente a los lados; esta posición se mantiene en los restantes estadios nauplius, y su tamaño varía proporcionalmente con el de las larvas, ver Fig. 2. Los filamentos frontales son notables y permanecen claramente visibles en los estadios siguientes. La espina caudal se caracteriza por ser larga y con los bordes aserrados. El proceso abdominal moderado es relativamente corto y estrecho; presenta un par de espinas en la superficie latero-ventral y delante de éstas se puede distinguir, a ambos costados, un grupo de sétulas. En el extremo del proceso abdominal hay dos prolongaciones más o menos agudas que forman una furca. El caparazón presenta un borde posterior con dos pequeñas espinas en los vértices, una a cada lado de la línea media. El ancho máximo varía entre 0,15 y 0,19 mm. Muchas de las setas de los tres pares de apéndices presentan sétulas, que les dan un aspecto plumoso; se ilustran en la Fig. 3.

Estadio nauplius III.

Son muy semejantes al estadio anterior; el cuerpo es grueso y de aspecto fuerte. El proceso abdominal es abultado en su base y presenta un par de espinas en la superficie latero-ventral, como en el estadio anterior. La furca es proporcional al tamaño del proceso abdominal, lo que también ocurre en los demás estadios nauplius. Las espinas del caparazón son más notorias (Fig. 2). El ancho máximo del caparazón varía entre 0,20 y 0,22 mm. La setación de los apéndices se ilustra en la Fig. 3.

Estadio nauplius IV.

Son de cuerpo redondeado, el caparazón presenta un borde posterior nítido y sobresaliente, con dos largas espinas dirigidas hacia atrás (Fig. 2), que son características de los estadios IV, V y VI. Estas espinas miden entre 0,048 mm. en el estadio IV y 0,134 mm. en el estadio VI. El ancho máximo del caparazón en el estadio IV fluctúa entre 0,23 y 0,28 mm. El proceso abdominal es marcadamente ensanchado en su base y ha aumentado notablemente en su volumen; presenta dos pares de espinas en su superficie latero-ventral. La setación de este estadio está representada en la Fig. 4.

Estadio nauplius V.

En este estadio se mantiene la forma redondeada del cuerpo. El proceso abdominal es prominentemente hinchado, y en los más avanzados se distinguen los esbozos internos de los apéndices abdominales. Los dos pares de espinas de la superficie latero-ventral se encuentran próximos entre si, y el segundo par, posterior, es ligeramente más corto que el primero (Fig. 2). El ancho máximo del caparazón varía entre 0,29 y 0,36 mm. En la Fig. 4 se ilustra la setación de los apéndices de este estadio.

Estadio nauplius VI, Metanauplius.

En el proceso abdominal de este estadio, los seis pares de apéndices abdominales hacen prominencia y en la superficie ventral sobresalen seis pares segmentarios de pequeñas espinas, correspondientes a los apéndices (Fig. 2). Muchos metanauplius presentan ojos pares débilmente pigmentados, de color rosado, además del ojo medio. El ancho máximo del caparazón en este estadio presenta un rango de variación entre 0,36 y 0,57 mm. Los detalles de las setas de los tres pares de apéndices se encuentran en la Fig. 4.

El labrum en los seis estadios nauplius de **E. kingii** es trilobulado; el lóbulo medio sobresale de los dos laterales, extendiéndose hacia atrás mucho más que aquéllos. En cada estadio varía proporcionalmente con el tamaño de la larva, y, entre un estadio y otro, sólo existen leves diferencias en la posición de las sétulas que se encuentran en el borde de la parte distal de cada lóbulo.

Todos los estadios nauplius presentan un ojo medio frontal ricamente pigmentado, y sólo las larvas del estadio VI poseen, además, ojos pares.

Los filamentos frontales están presentes en todos los estadios, con excepción del estadio I, en el que posiblemente pueden estar plegados o muy poco desarrollados.

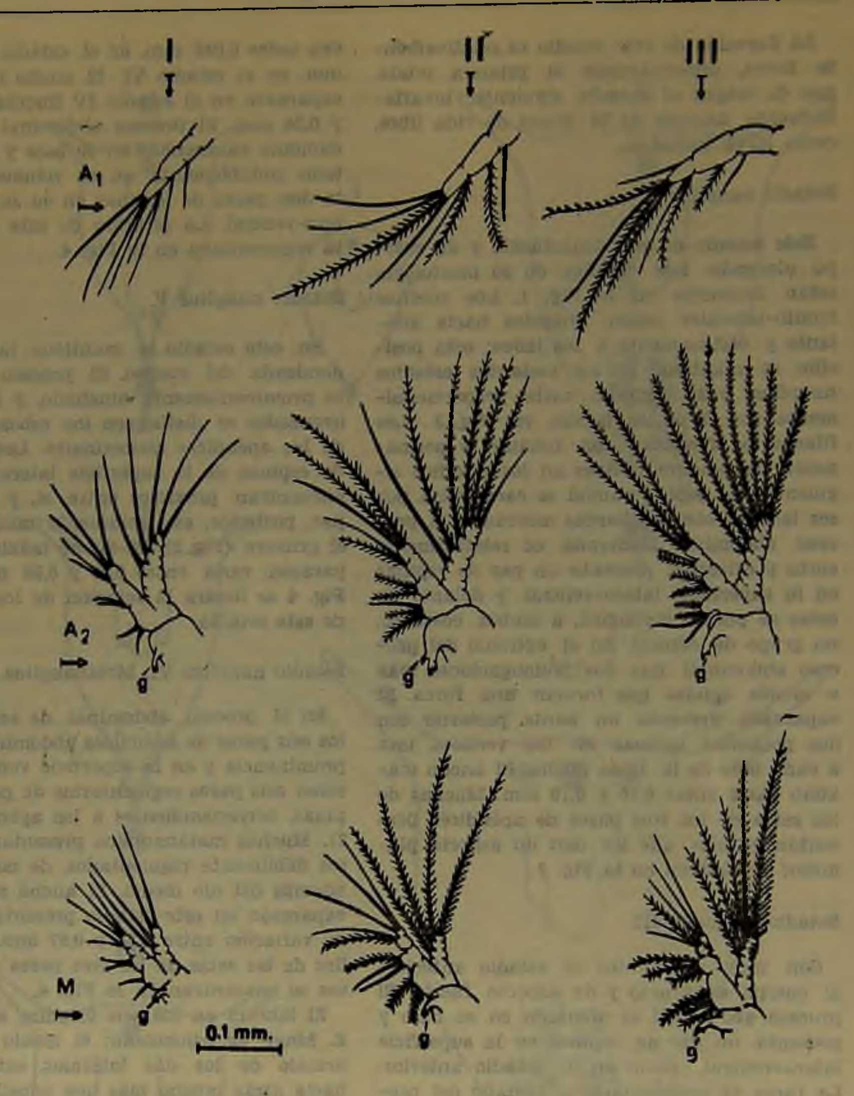


Fig. 3. **Elminius kingii**. Apéndices naupliares de los estadios I, II y III; (A-1) anténula, (A-2) antena, (M) mandíbula, (g) gnatobase.

Estadio larval Cypris.

Es de forma ovoídea, alargado y lateralmente comprimido, con el extremo anterior débilmente aguzado y con una leve depresión en el borde superior del extremo posterior (Fig. 5). Débilmente coloreados y algo translúcidos, a través del caparazón bivalvo, se distinguen los seis pares de apéndices abdominales, con largas setas. Hacia la región anterior, se distinguen los ojos y las anténulas reducidas y con la glándula adhesiva bien desarrollada. El largo máximo del caparazón es de 0,673 mm. y una altura máxima (dorsoventral) de 0,287 mm., valores que están en una relación de 2,3 : 1.

DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos, el desarrollo larvario de E. **kingii** concuerda en el número de estadios con los descritos para **Elminius modestus** por KNIGHT - JONES y WAUGH (1949), y con otras especies de dife-



Fig 4. *Elminius kingii*. Apéndices naupliares de los estadios IV, V y VI; (A-1) anténula, (A-2) antena, (M) mandíbula, (g) gnatobase.

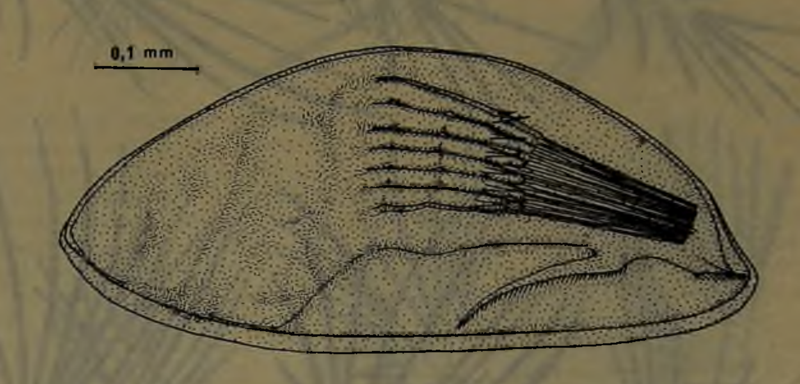


Fig. 5. Elminius kingii. Caparazón del estadio larval Cypris. Vista lateral izquierda.

rentes géneros como **Balanus balanoides** (BASSINDALE 1936), **B. crenatus** (PYEFINCH 1949), **Chthamalus stellatus** (BASSINDALE 1936), **Verruca stroemia** (BASSINDALE 1936) y con **Scalpellum scalpellum** (KAUFMANN 1965).

Al comparar la morfología de los diferentes estadios nauplius de **Elminius kingii** con los de **E. modestus**, se manifiesta una considerable similitud que sólo presenta leves diferencias, como el desarrollo notable de las espinas del caparazón en los nauplius estadio II al VI de **E. kingii**, mientras que en los de **E. modestus** éstas se manifiestan sólo en el metanauplius VI (ver KNIGHT - JONES y WAUGH 1949: 417 y 419)

Esta similitud aparece más acentuada aún si comparamos los apéndices naupliares de los seis estadios de ambas especies, donde no sólo son coincidentes las fórmulas de setación, sino que, además, es manifiestamente idéntica la setulación de las setas en todos los estadios naupliares.

Estos hechos, al parecer, nos estarían demostrando que entre ambas especies existe un parentesco filogenético muy estrecho, lo que nos permitiría postularlas como especies hermanas vicariantes, en las cuales los caracteres apomórficos, según HENNIG (1950) y BRUNDIN (1966), se han conservado inalterados, aunque entre ambas especies se advierten notables diferencias en la morfología de las piezas bucales de los adultos. Es posible que ambas especies hermanas hayan derivado de un ancestro común que podría haber tenido una distribución geográfica entre Australasia y Sudamérica a través de la Antártida occidental y que, por razones geomorfológicas, la población original se escindió en dos zonas disyuntivas, acentuándose el proceso de especiación.

Por otra parte, es necesario destacar que, aunque la fórmula de setación desarrollada por BASSINDALE (1936) carezca de valor taxonómico, al no ser posible mediante su aplicación discernir entre dos especies del mismo género, sí tendría valor filogenético, ya que su autor sostuvo que la coincidencia de la fórmula en los dos primeros estadios nauplius de las especies estudiadas por él, indicaría un estrecho parentesco taxonómico entre ellas. Esto último fue discutido por KNIGHT - JONES y WAUGH (1949) debido a que la misma coincidencia se presenta en los primeros estadios naupliares de todos los cirripedios estudiados hasta entonces, sin que esto demuestre la existencia de parentesco estrecho entre todos ellos.

Sin embargo, nuestros resultados, en los que la coincidencia de la fórmula, como ya vimos, va más allá de los primeros estadios nauplius, nos estarian indicando, posiblemente, que la setación de los primeros estadios naupliares es un carácter plesiomórfico común a las tres familias (Balanidae, Chthamalidae y Verrucidae) y que la diferencia entre los últimos estadios naupliares de las especies de estas familias se debe a caracteres apomórficos derivados de una condición plesiomórfica en sus respectivos procesos de especiación. Así como también lo sería la coincidencia en todos los estadios nauplius de **E. kingii** y **E. modestus**, las cuales serían especies hermanas.

A la luz de estos hechos, parece recomendable renovar la discusión acerca de la validez de la fórmula de BASSINDALE para interpretar el grado de parentesco filogenético entre las distintas especies de cirripedios, considerando, eso sí, los criterios discutidos por PYEFINCH (1949: 919) para su correcta aplicación.

SUMMARY

On describes the larval development of **Elminius kingii** GRAY, it consist in six naupliar stages and a cypris stage. The limb setation of each stage is figured and described according to BASSINDALE's formula. The larval development of **E. kingii** is compared with the **E. modestus** DARWIN and is discussed the posible phylogenetic relationship between both species.

BIBLIOGRAFIA

ARENAS, J. N.

1971 Distribución de Elminius kingii GRAY (Cirr.) en el estuario del río Valdivia. Beit. z. Neotrop. Fauna. 6 (3): 199-206.

BARNES, H. and M. BARNES

1960 Elminius modestus DARWIN in South-West Scotland. Nature 186 (4729): 989-990.

BASSINDALE, R.

1936 The developmental stages of three English barnacles, Balanus balanoides (LINN.), Chthamalus stellatus (POLI.) and Verruca stroemia (O. F. MÜLLER). Proc. Zool. Soc. London: 57-74.

BRUNDIN, L.

1966 Transantarctic relationships and their significance, as evidenced by chironomid midges, with a monograph of the subfamilies Podonominae and Aphroteniinae and the austral Heptagyiae. K. svenska VetenskAkad Handl., 11 (4): 1-472.

CRISP, D. J.

1958 The spread of Elminius modestus DARWIN in North-West Europe. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 37: 483-520.

1960 Northern Limits of Elminius modestus in Britain. Nature 188 (4751): 681.

CRISP, D. J. and A. J. SOUTHWARD

1959 The Further Spread of Elminius modestus in the British isles to 1959. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 38: 429-437.

DARWIN, C.

1854 A monograph of the Sub-class Cirripedia. II. London. Ray Society.

HENNING, W.

1950 Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik. Berlin: Deutscher Zentralverl.

KAUFMANN, R.

1965 Zur Embryonal - und Larvalentwicklung von Scalpellum scalpellum L. (Crust. Cirr.). z. Morph. Okol. Tiere 55: 161-232.

KNIGHT-JONES, E. W.

1948 Elminius modestus: Another Imported Pest of East Coast Oyster Beds. Nature 161: 201.

KNIGHT-JONES, E. W. and G. D. WAUGH

1949 On the larval Development of Elminius modestus DARWIN. J. Biol. Ass. U. K., 28: 413-428.

KNIGHT-JONES. E. W. and J. P. STEVENSON

1950 Gregariousness during Settlement in the barnacle Elminius modestus DARWIN. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 29: 281-297.

NILSSON-CANTELL, C. A.

1921 Cirripedien-Studien. Zool. Bid. (Uppsala) 7: 7-378.

PYEFINCH, K. A.

1948 Methods of identification of the larvae of Balanus balanoides (LINN.), B. crenatus BRUG. and Verruca stroemia O. F. MÜLLER. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 27: 451-462.

1949 The larval stages of Balanus crenatus BRUGIERE. Proc. Zool. Soc. 118 (4): 916-923.